

**KAJIAN PARTIKEL ARANG DAUN BAMBU TUTUL HASIL
TUMBUKAN *HIGH ENERGY BALL MILLING*
TIPE *SHAKER MILL***



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan program studi strata II pada jurusan
Magister Teknik Mesin Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

Yoyo Saputro

U100150013

**MEGISTER TEKNIK MESIN SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

KAJIAN PARTIKEL ARANG DAUN BAMBU TUTUL HASIL TUMBUKAN
HIGH ENERGY BALL MILLING TIPE SHAKER MILL

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

YOYO SAPUTRO

U100150013

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen pembimbing I



Dr. Supriyono, DIC

Dosen pembimbing II



Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.d

HALAMAN PENGESAHAN

KAJIAN PARTIKEL ARANG DAUN BAMBU TUTUL HASIL TUMBUKAN *HIGH ENERGY BALL MILLING TIPE SHAKER MILL*

Oleh:

YOYO SAPUTRO

U100150013

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Program Studi Magister Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada Hari, Kamis 15 Februari 2018

Dan dinyatakan memenuhi syarat

Dewan Penguji

Dr. Supriyono, DIC
(Ketua Dewan Penguji)

Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.d
(Anggota I Dewan Penguji)

Marwan Efendy, ST.,M.T.,Ph.D
(Anggota II Dewan Penguji)

Direktur



Prof. Dr. Bambang Sumardjoko

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 29 Maret 2018

Yang membuat pernyataan



YOYO SAPUTRO
U100150013

Kajian Partikel Arang Daun Bambu Tutul Hasil Tumbukan *High Energy Ball Milling Tipe Shaker Mill.*

Abatrak

Arang daun bambu tutul sebagai kajian produk nanopartikel dan penghasil silica yang memiliki berbagai keunggulan dari segi sifat fisika dan kimia. Pada penelitian ini produksi nanopartikel menggunakan *High Energy Milling* (HEM) tipeshaker mill untuk memproduksi nanopartikel dari arang daun bambu tutul. Pada penelitian ini dilakukan uji PSA untuk menganalisa ukuran partikel, untuk menganalisa distribusi morfologi partikel dan komposisi kimia yang terkandung dalam material menggunakan uji SEM dan EDX. Siklus yang digunakan pada penelitian adalah 2 juta siklus dengan putaran motor listrik 1000 rpm, dan diameter bola baja 1/4 inci. Tabung *stainless steel* berjumlah 4 dengan diameter tabung 2 inci dan tinggi tabung 120 mm dengan perbandingan volume ruang kosong tabung yaitu 1:1, 1:2, 1:3, dan 1:4 dengan material.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume ruang kosong tabung dan rata – rata diameter partikel, distribusi partikel, dan komposisi yang terkandung dalam partikel hasil tumbukan dengan alat *shaker mill*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa volume ruang kosong tabung sangat berpengaruh pada mekanisme tumbukan. Dari uji PSA semakin besar volume ruang kosong tabung, semakin kecil ukuran partikel material yang dihasilkan. Hasil uji SEM dan EDX didapatkan unsur kimia karbon yang paling tinggi 68,47 % pada volume 1:1 ruang kosong tabung. Sehingga arang daun bambu tutul merupakan sumber potensi sebagai penghasil silica.

Kata kunci: Arang Daun Bambu Tutul, Nanopartikel, *High Energy Milling* (HEM), Silika.

Abstract

Leaf bamboo leaf charcoal as a study of nanoparticle products and silica producers that have various advantages in terms of physical and chemical properties. In this study nanoparticle production using High Energy Milling (HEM) type shaker mill to produce nanoparticles from bambo leaf bark charcoal. In this study, PSA was tested to analyze particle size, to analyze the particle morphology distribution and chemical composition contained in the material using SEM and EDX test. The cycle used in the study is 2 million cycles with a rotation of 1000 rpm electric motor, and the diameter of a 1/4 inch steel ball. The stainless steel tube is 4 in diameter with 2 inches tube and 120 mm tube height

with the ratio of vacuum tube volume that is 1: 1, 1: 2, 1: 3, and 1: 4 with the material.

This study aims to determine the effect of the volume of empty space of the tube and the average particle diameter, particle distribution, and composition contained in the collision particles by means of shaker mill.

The results of this study indicate that the volume of empty space tube is very influential on the impact mechanism. From the PSA test the greater the volume of the empty space of the tube, the smaller the particle size of the material produced. SEM and EDX test results obtained the highest carbon chemical element 68.47% at 1: 1 volume of empty space tube. So that leaf bamboo leaf charcoal is a potential source as a silica producer.

Keywords: Bamboo Leaf Leaf Charcoal, Nanoparticles, High Energy Milling (HEM), Silica.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara yang sangat kaya dengan sumber daya alam yang potensial, didukung dengan keadaan geografis Indonesia. Adapun salah satu sumber daya alam yang ada di Indonesia adalah bambu. Bambu merupakan tanaman *Ordo Bamboo idea* yang pertumbuhannya cepat dan bambu dapat dipanen pada umur 3 tahun dan memiliki jumlah produksi yang tinggi. Bambu mengandung silikat yang cukup tinggi, bambu memiliki komposisi kimia diantaranya terdapat unsur silikat yang terkandung didalam bambu. Hal ini silikat merupakan senyawa yang umum ditemukan dalam kehidupan sehari-hari dan banyak digunakan dalam aplikasi elektronik, keramik, adsorben semen, katalisator, dan masih banyak lagi pemanfaatannya. (Hosokawa. dkk, 2007) Dengan keterbatasan sumber daya, material silica diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk pengembangan nanoteknologi. Nanoteknologi sudah digiatkan diberbagai benua baik Amerika, Australia, sebagian Eropa dan sebagian Asia, namun di Indonesia masih dalam tahap rintisan.

(Martien. dkk, 2012) Nanopartikel adalah partikel berukuran 1-100 nanometer. Nanopartikel telah dijadikan sebagai kajian yang sangat menarik, oleh karena itu nanopartikel arang daun bambu tutul merupakan suatu partikel yang didefinisikan sebagai obyek kecil yang berperilaku sebagai satu kesatuan terhadap sifat transportasinya yang yang baru atau lebih baik berdasarkan karakteristik dibanding

dengan partikel *bulk* yang lebih besar. (Waluyo. dkk, 2013) Menggabungkan ball-milling dan ultrasonic milling yang diproses dengan planetary ball-mill selama 40 jam untuk membuat nanopartikel.

(Joharwan. dkk, 2017) Membuat penelitian tentang kajian nanopartikel dari arang bamboo wulung yang diproduksi dengan *High Energy Ball Milling* tipe *Shaker mill*. (Mei. dkk, 2006) Melakukan penelitian karbon nanopartikel yang berbentuk cobble seperti diameter 21-198 nm dinding sel serat bambu. (Kumar. dkk, 2016) Telah melakukan penelitian bambu mentah menjadi produk terkompresi atau dilaminasi dengan resin termoset dengan kerapatan 800-1200kg. (Sharma. dkk, 2015) Melakukan penelitian pengolahan batang bambu menjadi komposit berlapis yang mirip dengan produk kayu dilaminasi. (Schuster.dk, 2012) Membuat penelitian tentang sintesis nanopartikel mesopori yang sumbernya dari (PMMA) *poli metal akrilat*. Yang fungsinya untuk menghilangkan silica yang sumbernya dari komposit. (Falco. dkk, 2013) Telah meneliti produk partikel nanopartikel mikropori dari furfural alcohol dengan karbonisasi sebagai metode tersebut. (Ghrais. dkk, 2009) Telah Melakukan penelitian dibidang lingkungan remediasi yang menghasilkan dan mengkarakterisasituf Na-Zeolitik. (Agung. dkk, 2013) Pernah melakukan penelitian temperatur pemanasan dan waktu pemanasan terhadap yield silica yang dihasilkan dari sekam padi. (Sa'diyah. dkk, 2016) Membuat penelitian dari arang daun bambu yang menghasilkan ekstrak silica dengan pencucian HCl 7%. (Rasyidi. dkk, 2015) Telah meneliti oksidasietanol yang membentuk asetal dehid dengan menggunakan katalis molibdenum oksida berpenyangga silica oksida. (Rao. dkk, 2011) Memodifikasi serbuk silicon dan karbida yang berukuran mikro terbentuk menjadi serbuk silicon karbida terstruktur nano yang menggunakan metode *High Energy Milling* (HEM). (Muhriz. dkk, 2014) Membuat zeolit alam yang diproduksi menjadi nanopartikel yang menggunakan metode *High Energy Milling* (HEM). (Fajarin. dkk, 2014) Telah Melakukan penelitian Fe₂TiO₅ sebagai salah satu jenis *titanate* atau MxTiyOz yang memiliki sifat elektrik magnetic yang menggunakan type *mechanical alloying* model *planetary ball mill*. (Giat.dkk, 2012) Pernah meneliti paduan Co-Cr-Mo menggunakan proses metode *milling* menggunakan metode *High Energy Milling* (HEM) type PW700i *mixer/mill*. (Herminiwati. dkk, 2015) Melakukan penelitian

nano nabati dari ekstrak kulit kayu akasia sebagai komposisi metode *High Energy Milling* (HEM) model *planetary ball mill*. (Jearanaisilawong. dkk, 2015) Telah membuat karbon hitam dari bambu ori (*Bambu sarun dinacea*) dan bambu petung (*Dendrocalamusasper*) dapat dihasilkan dari pemanasan dengan *furnace* dengan temperatur pemanasan 300° C, 500° C, 800° C dengan waktu tahan 1 jam. (Chen. dkk, 2015) Dalam penelitiannya menyampaikan arang bambu merupakan alternative penghasil produk karbon, dikarenakan karbon merupakan sumberdaya alam yang bias diperbaharui. (Salihati. dkk, 2013) Keberadaan bambu banyak kita jumpai di berbagai wilayah, mulai dari yang tumbuh secara alami ataupun dengan sengaja untuk dibudidayakan. Populasi bambu didunia ini diperkirakan sekitar 1200 - 1300 jenis bambu. Di Indonesia terdapat jumlah 143 jenis macam bambu, dan 60 jenis bambu ada di pulau Jawa termasuk di dalamnya ada jenis bambu tutul. (Charomaini. 2013) Di dunia ini bambu merupakan tanaman dengan pertumbuhan yang paling cepat. dikarenakan mempunyai *system rhizoma dependen* yang unik, dalam waktu sehari - hari bambu dapat berkembang setinggi 60 cm (24 inchi) bahkan lebih dari 60 cm, dan tergantung pada kondisi tanah atau klimatologi tempat bambu ditanam. (Sulandari. dkk, 2013) Telah melakukan penelitian tentang pengaruh parameter plasma oksidasi pada pembentukan lapisan tipis isolator silicon dioksida (SiO₂) dengan plasma lucutan pijar. (Radhip. dkk, 2015) Melakukan penelitian dari pasir pantai malpe, karnata india dengan metode ball-mill dengan RPM yang digunakan 250 untuk menghasilkan silica. (Waheed Ahmad Khanday. dkk, 2016) Telah melakukan penelitian tentang perancangan atau mengembangkan tempat tidur terfluidisasi skala pilot dari pembakaran sekam padi.

Penelitian ini mengkaji partikel arang daun bambu tutul hasil tumbukan dengan *High Energy Ball Milling* tipe *Shaker Mill*. Kajian dilakukan terhadap ukuran partikel, morfologi partikel dan unsur - unsur kimia yang terkandung di dalam partikel tersebut. Pengkajian ukuran partikel dilakukan dengan menggunakan alat uji PSA, morfologi dengan foto SEM. Dimana diameter bola baja yang digunakan adalah 1/4 inchi. Siklus yang digunakan adalah 2 juta siklus. Variasi volume tabung kosong 1:1, 1:2, 1:3 dan 1:4 inchi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

- a. Material yang diuji adalah arang daun bambu tutul.
- b. Pembuatan bahan uji menggunakan *shaker mill*.
- c. Ukuran bola baja yang digunakan 1/4 inchi dengan bahan steel.
- d. Kecepatan putaran mesin yang digunakan 1000 rpm.
- e. Siklus tumbukan 2 juta tumbukan.
- f. Tabung diisi dengan perbandingan volume 1:1, 1:2, 1:3 dan 1:4 ruang kosong tabung dan material

2.2 Alat Penelitian

- a. *shaker mill*.
- b. tabung
- c. Ayakan

2.3 Prosedur Penelitian

- a. pembuatan arang daun bambu tutul.
- b. penghancuran arang daun bambu tutul.
- c. pengayakan arang daun bambu tutul.
- d. pengisian tabung.
- e. produksi nanopartikel.
- f. pengambilan hasil.
- g. pengujian hasil dengan PSA.
- h. pengujian hasil dengan SEM dan EDX.
- i. karakteristik nanopartikel.

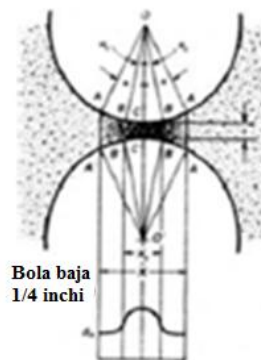
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji *Particle Size Analyzer* (PSA) berupa rata - rata diameter partikel ditunjukkan dalam tabel 1.

Table 1. Hasil Pengujian PSA

Perbandingan volume ruang kosong tabung dengan material	Ukuran Partikel (nm)
1:1	627,3
1:2	795
1:3	801,2
1:4	836,36

Pada tabel 1. menunjukan bahwa perbandingan volume ruang kosong tabung dan material 1:1 menghasilkan ukuran partikel yang paling kecil. Hal ini disebabkan pada volume ruang kosong tabung yang besar mempunyai luas bidang kontak (bola baja dan arang daun bambu) yang lebih besar, sehingga dapat menghasilkan partikel dengan ukuran yang kecil.

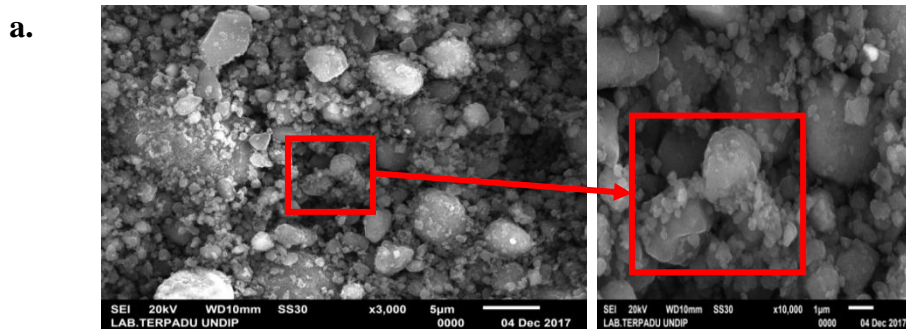


Gambar 1. Daerah aglomerasi bola baja

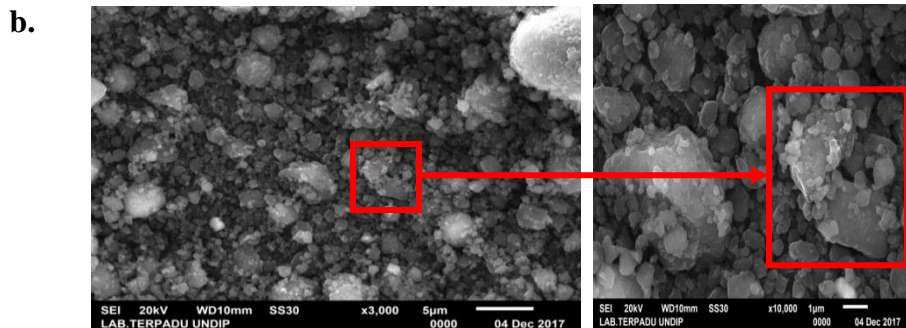
Pengurangan diameter partikel arang bambu pada proses *High Energy Milling* model *shaker mill* juga diakibatkan oleh adanya energi *milling* yang besarnya tergantung pada diameter bola baja.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Joharwan. dkk, 2017). menggunakan bambu wulung sebagai produksi nanopartikel, menunjukkan bahwa hubungan antara siklus, bola baja, dan rata-rata diameter partikel yang dihasilkan menunjukkan bahwa semakin lama siklus dari 2, 3, dan 4 juta, rata-rata diameter partikel akan menurun hingga mencapai 273,8 nm pada bola baja dengan diameter 1/4 inchi sesuai dengan hasil PSA, ini disebabkan oleh daerah aglomerasi dan fraktur yang lebih luas serta energi kinetiknya lebih besar dibandingkan dengan bola baja diameter 1/8, 5/32, dan 3,16 inchi.

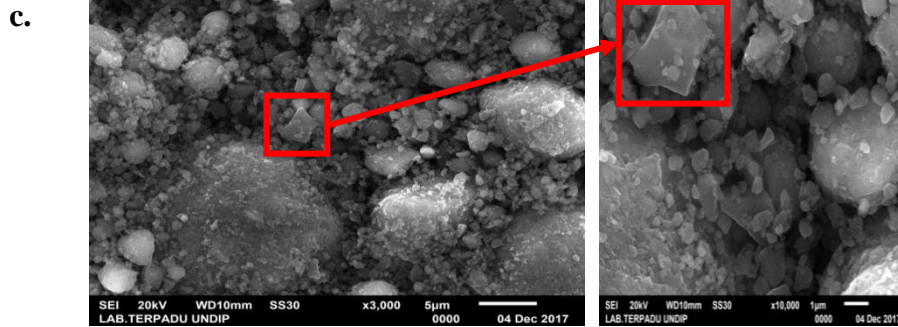
Dalam penelitian ini, distribusi diameter partikel menunjukkan bahwa diameter partikel tidak homogen sesuai dengan hasil uji SEM ditunjukkan dalam gambar 2.



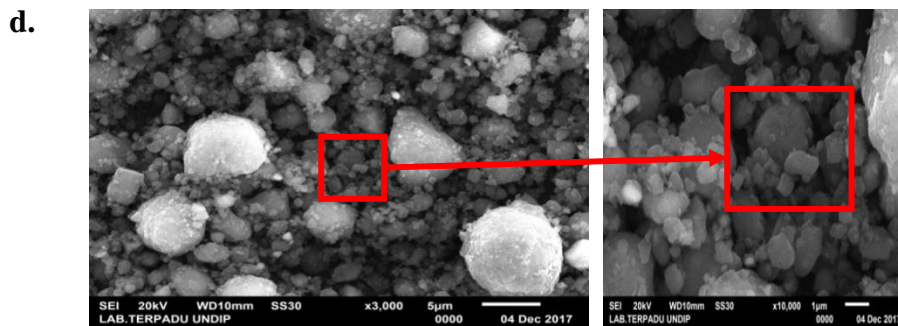
Gambar (a). Hasil uji SEM volume 1:1 dengan pembesaran 10000x



Gambar (b). Hasil uji SEM volume 1:2 dengan pembesaran 10000x



Gambar (c). Hasil uji SEM volume 1:3 dengan pembesaran 10000x



Gambar (d). Hasil uji SEM volume 1:4 dengan pembesaran 10000x

Hasil uji EDX berupa komposisi kimia yang terkandung dalam material hasil tumbukan pada 2 juta siklus, menunjukkan bahwa perbandingan volume ruang kosong tabung dan material 1:4 menghasilkan unsur karbon (C) yang paling banyak yaitu 68,47 %. Hal ini disebabkan semakin kecil ruang kosong yang digunakan maka tingkat aglomerasi material akan semakin besar.

Tabel 2. hasil uji EDX dengan perbandingan volume ruang kosong dan material

Unsur kimia	Komposisi kimia (% berat)			
	Perbandingan Volume 1:1	Perbandingan Volume 1:2	Perbandingan Volume 1:3	Perbandingan Volume 1:4
C	67,21	66,14	67,09	68,47
MgO	0,66	0,66	0,66	0,66
Al ₂ O ₃	1,02	1,02	1,02	1,01
SiO ₂	24,09	21,39	23,19	22,59
SO ₃	0,46	0,43	0,48	0,43
Cl	0,15	0,16	0,16	0,19
K ₂ O	0,50	0,50	0,52	0,51

C _a O	2,19	1,90	1,43	1,87
F _e O	0,99	0,87	1,18	1,23
C _u O	0,92	0,82	0,80	0,76
ZnO	1,10	1,15	1,10	1,22
ZrO ₂	0,69	0,97	0,87	1,07

4. PENUTUP

Dari hasil uji PSA, Semakin besar volume ruang kosong tabung maka semakin kecil ukuran partikel material yang dihasilkan. Hal ini disebabkan pada volume ruang kosong yang besar mempunyai luas bidang kontak (bola baja dan arang bambu) yang lebih besar, sehingga dapat menghasilkan partikel material dengan ukuran yang kecil.

Dari hasil SEM, Semakin besar volume ruang kosong tabung maka tingkat homogenitas partikel material yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan pada material hasil tumbukan pada perbandingan volume 1:1 mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil, sehingga material hasil tumbukan mempunyai kerapatan yang lebih besar.

Dari hasil EDX pada 2 juta siklus, Semakin kecil volume ruang kosong tabung maka aglomerasi material semakin besar. Hal ini disebabkan semakin kecil ruang kosong yang digunakan maka tingka aglomerasi material akan semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, G. F., Hanafie, M. R., & Mardina, P. (2013). Ekstraksi Silika Dari Abu Sekam Padi Dengan Pelarut Koh. *Konversi*.,vol.2, p 28–31.
- Charomaini, (2013). Budidaya Bambu Jenis Komersial. Institut Pertanian Bogor., vol.1, pp. 17-20
- Chen, G., Du, G., Ma, W., Yan, B., Wang, Z., & Gao, W. (2015). Production of amorphous rice husk ash in a 500 kw fluidized bed combustor*Fuel*., vol.2, p 214–221.

- Fajarin, R., Purwaningsih, H., Susanti, D., & Kurnia, R. (2014). Milling Time and Temperature Dependence on Fe₂TiO₅ Nanoparticles Synthesized by Mechanical Alloying Method Helmy. *3rd International Conference On theoretical and Applied Physics*, vol.2, p 63–66.
- Falco, C., Sieben, M., Brun, N., Sevilla, M., Mauelen, T. Van Der, Morallón, E., & Cazorla-amorós, D. (2013). Hydrothermal Carbons from Hemicellulose-Derived Aqueous Hydrolysis Products as Electrode Materials for Supercapacitors., vol.4,p374-382
- Ghrair, A. M., & Ingwersen, J. (2009). Nanoparticulate Zeolitic Tuff for Immobilizing Heavy Metals in Soil : Preparation and Characterization., vol.2, p.155-168.
- Giat, S., & Ari, W. (2012). Fabrication of a novel electrochemical immunosensor based on the gold nanoparticles_ colloidal carbon nanosphere hybrid. *pusat teknologi bahan industri nuklir - Batan* vol.2,p 3-6.
- Herminiwati, H., Waskito, S., Purwanti, C. M. H., Prayitno, P., & Ningsih, D. (2015). Pembuatan bahan penyamak nano nabati dan aplikasinya dalam penyamakan kulit. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik*.,vol.1, p15-22.
- Hosokawa. (2007). Mechanical Milling a Top Down Approach for the Synthesis of Nanomaterials and Nanocomposites, *Journal Powder Technologi*, vol.1, p7-42.
- Jearanaisilawong, P., Eahkanong, S., Phungsara, B., & Manonukul, A. (2015). Determination of in-plane elastic properties of rice husk composite. *Journal Of Materials &Design*.vol.76, pp.55-63.
- Joharwan, Supriyono. (2017). Produksi nanopartikel arang bambu wulung dengan menggunakan High Energy Milling (HEM) model shaker mill.p1-5.
- Kumar, A., Vlach, T., Laiblova, L., Hrouda, M., Kasal, B., Tywoniak, J., & Hajek, P. (2016). Engineered bamboo scrimber : Influence of density on the mechanical and water absorption properties. *Construction and Building Materials*. vol.2, p815-827.
- Martien, R., Adhyatmika, Irianto, I. D. K., Farida, V., Dian, & Sari, P. (2012). Technology Developments Nanoparticles As Drug. *Majalah Farmaseutik*. vol.1, p133-144.

- Mei, F., Liu, C., Zhang, L., Ren, F., Zhou, L., Zhao, W. K., & Fang, Y. L. (2006). Microstructural study of binary TiO_2 : SiO_2 nanocrystalline thin films. *Journal of Crystal Growth*. vol.1, p87-91.
- Muhriz, A. Subagio, and Pardoyo, "Pembuatan Zeolit Nanopartikel. vol.2, p34-36.
- Radhip, N. R., Pradeep, N., & M, A. A. (2015). Synthesis of Silica Nanoparticles from Malpe Beach Sand using Planetary Ball Mill Method.vol.5, p165-172.
- Rao, J. B., Catherin, G. J., Murthy, I. N., Rao, D. V., & Raju, B. N. (2011). Production of nano structured silicon carbide by high energy ball milling.*International Journal of Engineering, Science and Teknologi*.vol.4,p82-88.
- Rasyidi, A., & Hasfita, F. (2015). Sintesis Molibdenum Oksida Berpenyanga Silika sebagai Katalis pada Reaksi Oksidasi Etanol Menjadi Asetaldehida Synthesis of Molibdenum Oxide with Silica Supported Catalyst for Oxidation of Ethanol to Acetaldehyde.vol.3, p23-26.
- Sa'diyah, H., Nurhimawan, S., Fatoni, S. A., Irmansyah, & Irzaman. (2016). Ekstraksi silikon dioksida dari daun bambu. *Prosiding Seminar Nasional Fizika*. vol.5, p13-16.
- Salihati, F. G., & Ardhyanta, H. (2013). Studi Pembuatan Karbon Hitam dari Bambu Ori (*Bambusa arundinacea*) dan Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*). *Teknik Pomits*. vol.2, p1-6.
- Schuster, J., He, G., Mandlmeier, B., Yim, T., Lee, K. T., Bein, T., & Nazar, L. F. (2012). Spherical Ordered Mesoporous Carbon Nanoparticles with High Porosity for Lithium – Sulfur Batteries *Angewandte*.vol.2, p3591-3595.
- Sharma, B., Gatóo, A., Bock, M., & Ramage, M. (2015). Engineered bamboo for structural applications. *Construction and Building Materials*. vol.81, p66-73
- Sulandari, S. A., Susita, L., & Murwani, D. (2013). Studi Fabrikasi Isolator Silikon Dioksida (SiO_2) Berbasis Lapisan Tipis Menggunakan Teknik Plasma.vol.1, p2-5.
- Waluyo, T. B., & Rochman, N. T. (2013). Pembuatan Partikel Nano Fe_2O_3 dengan Kombinasi Ball-Milling dan Ultrasonic-Milling.vol.1, p48-51.
- Waheed Ahmad Khanday, G. Kabir, B. H. H. (2016). Production of amorphous silica from rice husk in fluidised bed system. *Universiti Teknologi Malaysia*., vol. 2, p.362.

